

Письма в ЖЭТФ, том 14, стр. 490 – 493

5 ноября 1971 г.

**АНОМАЛЬНОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ УПРУГИХ ВОЛН
ПРИ ФАЗОВОМ ПЕРЕХОДЕ В МОЛИБДАТЕ ГАДОЛИНИЯ**

*С. И. Чижиков, Н. Г. Сорокин, Б. И. Островский,
В. А. Мелешина*

Молибдат гадолия $Gd_2(MoO_4)_3$ при температуре $\sim 159^\circ C$ имеет фазовый переход с изменением точечной группы симметрии $\bar{4}2m \rightarrow mm2$. Из феноменологической теории сегнетоэлектрического фазового перехода в $Gd_2(MoO_4)_3$ [1] следует, что ни поляризация, ни деформация

[2], ни любая другая тензорная величина не могут быть выбраны в качестве параметра перехода.

Нами для выяснения характера фазового перехода в $Gd_2(MoO_4)_3$ проведены прецизионные измерения скорости распространения и поглощения упругих волн ультразвуковым импульсным интерференционным методом [3, 4].

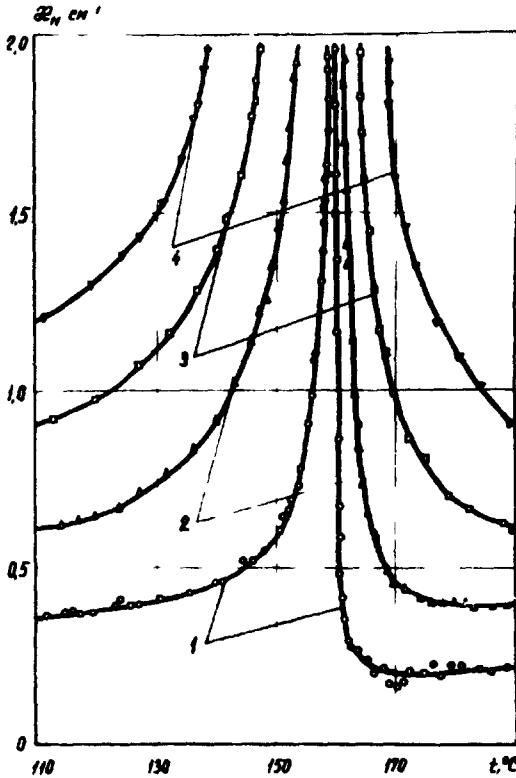


Рис. 1. Зависимость коэффициента поглощения продольной упругой волны от температуры: 1 — 10 МГц, 2 — 30 МГц, 3 — 50 МГц, 4 — 70 МГц

На рис. 1 приведены зависимости коэффициента поглощения продольной ультразвуковой волны распространяющейся в направлении [100] — κ_{11} от температуры, измеренные на частотах 10 + 70 МГц. Аномалия коэффициента поглощения κ_{11} в области фазового перехода обусловлена увеличением времени релаксации параметра перехода при приближении температуры кристалла к температуре Кюри, однако релаксационные процессы выше и ниже температуры перехода имеют различную физическую природу.

Аномалии κ_{11} не могут быть описаны теориями, в которых параметром перехода является поляризация или деформация.

Из анализа матрицы пьезоэлектрических модулей $Gd_2(MoO_4)_3$ следует, что продольная ультразвуковая волна, распространяющаяся в направлении [100] будет взаимодействовать с поляризацией как в сегнето-, так и парафазе, обуславливая релаксационные процессы, описанные Ландау и Халатниковым [5]. При этом зависимость поглощения упругой волны от температуры была бы более резкой в сегнето-, а не парафазе, что и наблюдается экспериментально в кристаллах DKDP и сегнетовой соли.

Кроме того, увеличение времени релаксации поляризации, которое необходимо допустить в этом случае для описания аномалии κ_{11} , и которое связано с температурной зависимостью коэффициента α при члене P^2 в разложении термодинамического потенциала $\alpha = \alpha'(T - \theta)$ противоречит известным экспериментальным результатам, так как диэлектрическая проницаемость ϵ_{33} меняется в точке перехода от 10 до 11,5 единиц [6].

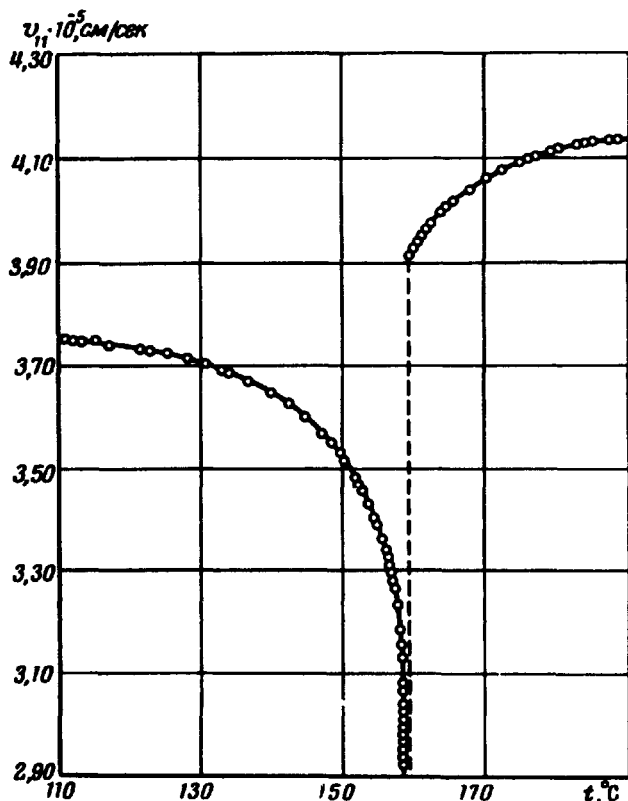


Рис. 2. Температурная зависимость скорости распространения упругой волны

Изменение константы упругости C_{11} , определенное из зависимости скорости распространения упругой волны от температуры (рис. 2) при фазовом переходе $C_{11}(T = 180^\circ\text{C})/C_{11}(T \approx \theta) = 2$, не может объяснить увеличение коэффициента затухания более чем на порядок, и следовательно, деформация не может быть выбрана параметром перехода в $\text{Gd}_2(\text{MoO}_4)_3$.

Тот факт, что сегнетоэлектрический кристалл в отношении поглощения упругих волн ведет себя вблизи фазового перехода не как сегнетоэлектрик, подтверждает предположения, сделанные в [1] о том, что возникновение спонтанной поляризации в этом кристалле является вторичным эффектом перестройки кристаллической решетки. Сама перестройка определяется величинами η и ξ , имеющими смысл относительных сдвигов подрешеток или их комбинаций.

Таким образом, аномалии κ_{11} в $Gd_2(MoO_4)_3$ со стороны сегнетофазы обусловлены взаимодействием акустических деформаций с двухкомпонентным параметром перехода, а со стороны парафазы взаимодействием с его флуктуациями. Причем в $Gd_2(MoO_4)_3$ наблюдаются два максимума поглощения соответствующие указанным взаимодействиям, рис. 3. Этот факт еще раз доказывает, что поляризация не является параметром перехода в $Gd_2(MoO_4)_3$.

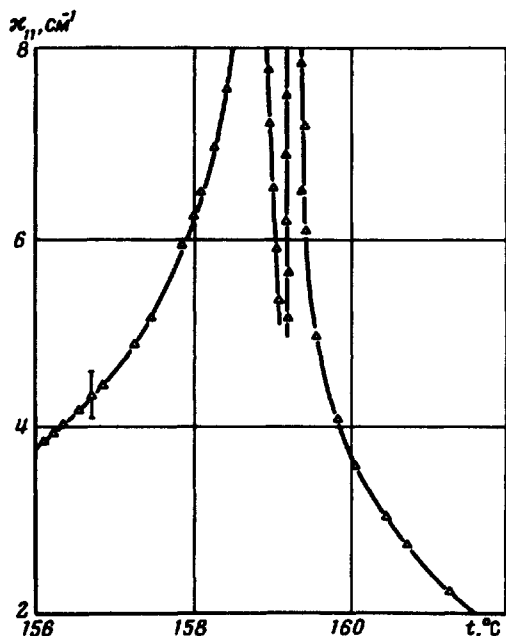


Рис. 3. Аномальное изменение коэффициента поглощения упругой волны вблизи фазового перехода. Частота 30 МГц

Оценка времени релаксации параметра перехода дает следующие значения $\tau \approx 0,5 + 2 \cdot 10^{-10} / (T - \theta)$ сек.

Авторы выражают благодарность А.П.Леванюку за обсуждение результатов работы .

Московский институт
стали и сплавов

Поступила в редакцию
10 сентября 1971 г.

Литература

- [1] А.П.Леванюк, А.Г.Санников. ФТТ, 12, 2997, 1970.
- [2] К.Аizu, D.Kumada, Н.Yomoto, S.Ashida. J.Phys. Soc. Japan, 2, 511, 1969.
- [3] Н.Д.Мс-Skimin, J.Acust. Soc. Amer., 4, 131, 1950.
- [4] В.М.Королев, С.И.Чижиков, Н.Г.Сорокин. Обмен опытом в электронной промышленности, 3, 81, 1969.
- [5] Л.Д.Ландау, Н.М.Халатников. ДАН СССР, 96, 469, 1954.
- [6] L.Cross, А.Fouskova, S.Cummins. Phys. Rev. Lett., 21, 812, 1968.